Versuche

mit dem

Mosso'schen Ergographen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Hermann Silbergleit.

München 1899.

Kgl. Hofbuchdruckerei Kastner & Callwey.

Versuche

mit dem

Mosso'schen Ergographen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Hermann Silbergleit.

München 1899.

Kgl. Hofbuchdruckerei Kastner & Callwey.

Meiner Mutter gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548318_0161

In dem Archiv für Physiologie von Dubois-Reymond 1890[1]) hat Professor A. Mosso einen Apparat, den Ergographen, angegeben, durch den es möglich ist, die Muskelarbeit am Lebenden exakt zu messen und sie graphisch darzustellen. Als arbeitende Muskeln benützte A. Mosso die Flexoren des Mittelfingers, deren Arbeitsleistung, isoliert von der Aktion anderer Muskel, aufgeschrieben wird. Mit diesem Apparate, dem Ergographen, hat Mosso eine Reihe von wichtigen Tatsachen gefunden. Er hat festgestellt, dass ein jeder Mensch unter sich gleichbleibenden Verhältnissen, d. h. wenn keine die Muskelkraft fördernden oder schädigenden Einflüsse vorausgegangen sind, eine sich gleichbleibende Kurve aufschreibt. Nicht nur die Arbeitsleistung = Gewicht mal Hubhöhe bleibt dieselbe, sondern auch das äussere Bild der Kurve. Dies geschieht dadurch, dass die Komponenten einer Kurve, das sind — bei gleichem Gewicht — erstens die Häufigkeit der Hebungen des Gewichtes, zweitens die Höhe der einzelnen Hebung, gleichmässig in den Kurven, die derselbe Mensch unter denselben Verhältnissen zu verschiedenen Zeiten schreibt, stets gleichmässig zum Ausdruck kommen. Jeder Mensch hat sozusagen seine individuelle Kurve. Kurven, deren Arbeitsleistung die gleiche ist, können auf verschiedene Weise

zustande kommen, indem das eine Mal hohe Hebungen in geringer Anzahl gemacht sind, das andere Mal niedrigere Hebungen in grösserer Anzahl. Verändert sich die Normalkurve eines Menschen, so erlaubt dies einen Rückschluss darauf, dass die Muskelkraft in irgend einer Weise beeinflusst sein muss.

So erscheint der Ergograph als ein sehr geeignetes Instrument zum Studium der Muskelarbeit.

Speziell konnte man hoffen, durch Beobachtung der vom Apparat geschriebenen Kurve feststellen zu können, wie Nahrungsstoffe, die wir als Quelle der Muskelkraft ansehen, verwertet werden, wie Genuss und Arzneimittel auf den Muskel wirken, indem sie im Körper zur Verbrennung kommen, oder indem sie durch den Nervenapparat auf den Muskel wirken.

A. Mosso und Paoletti[2]) haben als erste im Jahre 1893 mit dem Ergographen den Einfluss des Zuckers auf die Muskelkraft geprüft. Die Methode, die sie anwendeten, ist von den meisten Autoren übernommen worden, zum Verständnis des folgenden nötig; es empfiehlt sich daher schon hier auf diese Methode einzugehen; vorher wollen wir noch den bei den eigenen Versuchen verwendeten Ergographen beschreiben, der in einigen unwesentlichen Punkten von dem Mosso'schen abweicht. Der Apparat besteht aus zwei Teilen, der Armlagerung und der Schreibvorrichtung. In der Armlagerung ruht der Arm in vollständiger Pronationsstellung (Mosso hatte Supinationsstellung), sodass die vola manus flach auf

der unterstützenden Holzfläche ruht. Der arbeitende Mittelfinger bewegt sich frei in einem Ausschnitte der Unterlage, während der zweite und vierte Finger in Hülsen stecken und an der Arbeit nicht teilnehmen. Ueber die zweite Phalanx des Mittelfingers wird ein Ring geschoben. An diesem ist eine Darmsaite befestigt, mittelst deren der sich kontrahierende Finger die auf einem Schlitten laufende Schreibvorrichtung anzieht, bei Streckung zurückgleiten lässt. An der Schreibvorrichtung hängt das Gewicht an einer Darmsaite, die über eine Rolle läuft. Der Schreibhebel schreibt auf die langsam sich drehende Kymographiontrommel. Die Beugung und Streckung des Fingers erfolgte nach den Schlägen eines Pendelmetronoms.

A. Mosso und Paoletti arbeiteten in folgender Weise: Ein bestimmtes Gewicht (hier 6 kg) wird von der Muskelgruppe im zwei Sekundenrhythmus gehoben bis die Ermüdung die weitere Arbeit unmöglich macht. Nach einer Ruhepause (hier 10 Minuten) wird eine neue Kurve geschrieben und so fort, bis der Muskel völlig ermüdet, die von ihm geleistete Arbeit minimal ist. Wird jetzt Zucker genommen, so zeigt sich dessen Einfluss in den nächsten Kurven. Bei dieser Versuchsanordnung fanden A. Mosso und Paoletti eine die Muskelarbeit begünstigende Einwirkung des Zuckers. Mittlere Mengen von Zucker (5 bis 60 g) in 6 bis 10facher Wassermenge genommen, sind am wirksamsten in Bezug auf Arbeitsleistung und -Dauer. Die Zuckerwirkung zeigte sich schon 5—10 Minuten nach Einnahme.

Diese Versuche wurden verschiedentlich nachgeprüft.

Schumburg[3]) erhielt bei gleicher Versuchsanordnung wie Mosso und Paoletti keine deutliche Mehrleistung nach Zuckeraufnahme. Er führte dies darauf zurück, dass zu der Zeit, zu welcher der Zucker gegeben wurde, noch verhältnismässig viel Traubenzucker und Glyrogen sich im Blute befand, sodass die eingegebene Zuckerlösung von dem Muskel nicht in Anspruch genommen werden konnte. Schumburg liess daher, um den im Blute kreisenden Traubenzucker aufzubrauchen, die Versuchsperson zunächst eine erhebliche Arbeit am Gärtner'schen Ergostaten leisten, dann erst die Ergographenkurven schreiben. Auf diese Weise zeigte sich, „dass nach vorausgegangener grosser Muskelanstrengung die ergographische Leistung bei Darreichung von 30 g Zucker eine ganz erheblich höhere wurde".

Während also Schumburg mit einer Aenderung in der Technik Mossos Resultate anerkennt, ist Stokvis[4]) zu einem ganz entgegengesetzten Befunde gekommen. Er konstatierte nur Mehrleistung infolge Uebung, erklärte die Befunde der italienischen Autoren durch psychische Beeinflussung, die um so eher zu dem Resultate einer vorher scheinbar unmöglichen Mehrleistung führen könne, als bei der Ergographenarbeit die Möglichkeit vorhanden sei, einmal mit dem Flexor profundus, dann mit dem Flexor sublimis, drittens mit beiden gleichzeitig zu arbeiten. Auch aus theoretischen Gründen glaubt

Stokvis nicht an die auffällig rasch eintretende Zuckerwirkung.

Harley[5]) hingegen bestätigte und erweiterte die Befunde Mossos und Paolettis. Er verglich die Arbeitsleistung an Fasttagen mit der von Tagen, an denen bei sonstiger Abstinenz Zucker gegeben wurde; auch bei Zusatz von Zucker zu einer bestimmten Diät fand er den fördernden Einfluss des Zuckers deutlich ausgesprochen.

Neben der Untersuchung der Zuckerwirkung war es vorzüglich der Einfluss des Alkohols auf die Muskelarbeit, der am Ergographen studiert wurde.

Frey[6]) ist in umfangreichen Versuchen am frischen und am ermüdeten Muskel zu folgenden Resultaten gekommen: „Bei dem nicht ermüdeten Muskel verursacht der Alkohol eine Verminderung der maximalen Einzelleistung infolge einer Herabsetzung der peripheren Erregbarkeit des Nervensystems."

„Bei ermüdetem Muskel steigert der mässige Alkoholgenuss die Arbeitsleistung bedeutend, indem durch den Alkoholgenuss dem Muskel neue Spannkräfte zugeführt werden. Der Alkohol hat also auch ernährende Eigenschaften."

Das sind die wichtigsten Resultate der Frey'schen Versuche, nebst den theoretischen Erklärungen des Autors für diese eigenartig verschiedene Wirkung des Alkohols.

Die Methodik Freys entsprach der von Mosso und Paoletti angewandten.

Die Frey'schen Versuche wurden von Destrée nachgeprüft, der erheblich abweichende Resultate erhielt.

Zunächst fand Destrée[7]), dass auch den nicht ermüdeten Muskel Alkohol zur Mehrleistung befähigt, wie den ermüdeten. Diese Mehrleistung ist jedoch nur eine scheinbare. Sie ist von ganz kurzer Dauer, denn nach einiger Zeit macht sich die lähmende Wirkung des Alkohols bemerklich, die den Muskel völlig kraftlos macht. Das Ergebnis ist: Die Gesamtmuskelarbeit ist nach Alkoholgaben viel geringer. Alkohol ist also kein wirklicher Förderer der Muskelkraft. Diese Resultate fand Destrée dadurch, dass er den Alkohol eine halbe Stunde vor der Ergographenarbeit gab. So konnte er die Spätwirkung des Alkohols studieren.

Bei diesen abweichenden Befunden der verschiedenen Autoren erscheint es gerechtfertigt, Versuche wiederzugeben, die ich auf Veranlassung und unter Leitung des Herrn Professors Dr. von Tappeiner im Jahre 1898/99 im pharmakologischen Institute mit dem Ergographen ausgeführt habe.

Wie bereits erwähnt, hatte Frey beim nicht ermüdeten Muskel eine Verminderung der maximalen Arbeitsleistung durch Alkoholgaben gefunden. Bei der Nachprüfung hat sich folgendes gezeigt:

A. Einwirkung des Alkohols auf den nicht ermüdeten Muskel.

Meine Normalkurve, die ich in äusserst häufigen Versuchen bei Hebung von 5 kg im zwei

Sekundenrhythmus zwei Stunden nach der Mittagsmahlzeit niederschrieb, ergab eine Arbeitsleistung von durchschnittlich 3,9 kgm.

Trank ich unmittelbar vor dem Versuche $^1/_4$ Liter Bier, so wurde weder das Bild der Kurve noch die Arbeitsleistung geändert.

Nahm ich 20 Minuten vor der Arbeit, wie es Frey getan hatte, das gleiche Quantum Bier, so ergab sich eine Arbeitsleistung von durchschnittlich 2,3 kgm. Also eine beträchtliche Minderleistung in acht derartigen Versuchen. Die Beobachtung Freys, dass in der Alkoholkurve die Hubhöhen niedriger, die Zahl der Hebungen grösser sei, konnte ich bestätigen. Die Minderleistung resultierte also aus den niedrigen Hubhöhen.

Durch eine Reihe analoger Versuche liess sich feststellen, dass die beeinträchtigende Wirkung bereits ca. 10 Minuten nach Biergenuss in der Kurve zum Ausdruck kam. Bier, das zwei Stunden vorher bei der Mahlzeit genossen wurde ($^1/_4$ Liter), zeigte keinen Einfluss.

Anders bei leerem Magen. Die Arbeitsleistung war, wie in zwei Versuchen festgestellt wurde, durch Nahrungsenthaltung bis 2 Uhr mittags kaum beeinflusst; die Kurve zeigte das eine Mal 3,7, das andere Mal 3,8 kgm an. Trank ich nun auf leeren Magen $^1/_4$ Liter Bier, so zeigte sich die arbeitshemmende Wirkung fast unmittelbar darauf, d. h. die sofort nachher geschriebene Kurve betrug 3,0 kgm, wurde das Bier 20 Minuten vor der Arbeitsleistung getrunken, so ergaben sich in zwei Versuchen Werte von 2,7 und 2,9 kgm. Diese

Versuche bestätigen die Resultate Freys. Ich glaube daraus folgern zu können:

Alkoholgaben ($^1/_4$ Liter Bier) beeinträchtigen die Leistung des nicht ermüdeten Muskels. Die Alkoholwirkung macht sich bei völlig leerem Magen sofort bemerklich, wird bei vollem Magen erst nach einer gewissen Zeit (ca. 10 Minuten) in der Kurve sichtbar.

B. Einwirkung von Alkoholgaben auf den ermüdeten Muskel.

Zur Prüfung der Alkoholwirkung auf den ermüdeten Muskel wandte ich die oben bereits beschriebene Methode der Serienversuche Mossos und Paolettis an, die auch Frey benützt hatte.

Es wurde mit verschiedenen Gewichten und Pausen gearbeitet, da es sich bald zeigte, dass bei Gewichten von 4—5 kg und Erholungspausen von 5 Minuten die notwendige starke Ermüdung des Muskels erst sehr spät, nach 3—4 Stunden, eintrat. Zum Teil wurde so vorgegangen, dass der Muskel zunächst ein grösseres Gewicht (7 kg) mit Pausen von einer Minute im zwei Sekundenrhythmus bis zur Ermüdung hob, dann wurde mit geringerem Gewicht und grösseren Pausen weiter gearbeitet, wobei auch hier rascher völlige Ermüdung zu erzielen war.

Als Rhythmus wurde der zwei Sekundenrhythmus angewendet, indem nach dem Takte des Sekunden schlagenden Pendels des Metronoms bei dem ersten Schlage der Finger gebeugt, bei dem zweiten gestreckt wurde.

Die Versuche waren zum grossen Teil Selbstversuche, zum Teil verdanke ich sie der Liebens-

würdigkeit von Kollegen. Drei Versuche wurden an drei Personen vorgenommen, denen Zweck der Versuche völlig unklar war, bei denen psychische Beeinflussung sicher auszuschliessen war.

Ich lasse nun die ausführliche Schilderung eines Versuches unter Beigabe der Kurve als Beispiel folgen:

Am 1. II. 99 schrieb ich, nachdem ich durch längere Arbeit am Ergographen mit grösseren Gewichten ermüdet war, beiliegende Kurve, indem ich 6 kg im zwei Sekundenrhythmus hob. Pausen von 8 Minuten. Die Arbeitsleistungen betrugen: 2,37 kgm, 1,98 kgm, 1,23 kgm, 1,38 kgm, 1,32 kgm, 1,20 kgm, 0,90 kgm, 1,05 kgm, 0,90 kgm, 0,78 kgm, 0,77 kgm, 0,75 kgm, 0,6 kgm. Hier wurde $^1/_4$ Liter Bier getrunken. Darauf stieg die Arbeitsleistung in der nächsten Kurve auf 1,08 kgm, dann 1,11 kgm, 0,98 kgm, 0,66 kgm, 0,27 kgm. Hier wurde in der Mitte der Pause 100 g reiner 10% Alcohol absol. Lösung getrunken. Darauf Arbeitsleistung: 0,96 kgm, 0,69 kgm, 0,49 kgm.

Demnach wurde durch die Alkoholgaben das eine Mal eine Mehrleistung von 0,51 kgm, das zweite Mal von 0,69 kgm erzielt. Die Zeit von der ersten Alkoholgabe bis zur zweiten betrug 44 Minuten. Nach 24 Minuten betrug die Arbeitsleistung noch immer 0,98 kgm, was insofern erwähnenswert erscheint, als Destrée angibt, dass nach 20 Minuten die Spätwirkung des Alkohols als lähmende sich bemerkbar mache. Derartige Kurven, in denen die Alkoholwirkung längere Zeit hindurch

beobachtet wurde, sind noch drei vorhanden. In keiner ist — bei den zum Versuche benutzten kleinen Alkoholgaben — eine lähmende Wirkung zu konstatieren gewesen.

Einfluss des Alkohols

No.	Versuchsperson	Gewicht	Pause	Alkoholart
1	Dr. Jodelbauer	4 kg	2 Minuten	1/4 Liter Bier
2	Hess	4 kg	2 Minuten	1/4 Liter Bier
3	Institutsdiener	4 kg	2 Minuten	1/4 Liter Bier
4	Hess	5 kg	2 Minuten	100 g 10% Alkoh. absol.
5	Silbergleit	4 kg	2 Minuten	100 g 10% Alkoh. absol.
6	Dienstmann	7 kg	2 Minuten	100 g 10% Alkoh. absol.
7	Silbergleit	6 kg	8 Minuten	100 g 10% Alkoh. absol.
8	Silbergleit	6 kg	8 Minuten	1/4 Liter Bier
9	Hess	6 kg	2 Minuten	100 g 10% Alkoh. absol.
10	Dienstmann	7 kg	1 Minute	4/10 Liter Bier
11	Dr. Jodelbauer	5 kg	2 Minuten	4/10 Liter Bier
12	Hess	6 kg	1 Minute	1/4 Liter Bier
13	Freymann	7 kg	2 Minuten	1/2 Liter Bier
14	Silbergleit	7 kg	1 Minute	20 g Kognak
15	Freymann	7 kg	2 Minuten	1/4 Liter Bier
16	Silbergleit	6 kg	2 Minuten	15 g Kognak
17	Silbergleit	6 kg	2 Minuten	1/4 Liter Bier
18	Silbergleit	5 kg	1 Minute	100 g 10% Alkoh. absol.
19	Silbergleit	5 kg	5 Minuten	1/4 Liter Bier
20	Silbergleit	6 kg	8 Minuten	100 g 10% Alkoh. absol.
21	Silbergleit	7 kg	2 Minuten	100 g 10% Alkoh. absol.
22	Silbergleit	7 kg	1 Minute	100 g 10% Alkoh. absol.

In der folgenden Tabelle sind die Resultate der analogen Versuche wiedergegeben:

Aus dieser Tabelle ergibt sich, dass in sämtlichen Versuchen nach Alkoholeinnnahme eine

auf den ermüdeten Muskel.

Letzte Leistung vor Alkoholgenuss	Leistungen nach Alkoholgenuss	Grösste Mehrleistung
0,912 kgm	1,96; 1,20; 0,44 kgm	1,048 kgm
0,92 kgm	1,50; 1,20 kgm	0,58 kgm
1,14 kgm	1,55 kgm	0,41 kgm
0,46 kgm	0,98; 0,98; 0,60; 0,40 kgm	0,52 kgm
1,08 kgm	1,72; 1,50; 0,80 kgm	0,64 kgm
0,26 kgm	0,22; 0,45; 0,49; 0.56; 0,63; 0,56; 0,87; 0,52 kgm	0,61 kgm
0,27 kgm	0,96; 0,69; 0,49 kgm	0,69 kgm
0,60 kgm	1,08; 1,11; 0,98; 0,66; 0,27 kgm	0,51 kgm
0,48 kgm	0,63; 0,48; 0,36 kgm	0,15 kgm
0,49 kgm	1,08; 1,19; 0,91; 0,63; 0,28 kgm	0,70 kgm
0,40 kgm	0,65; 0,40; 0,30 kgm	0,25 kgm
0,30 kgm	0,54; 0,66; 0,30 kgm	0,36 kgm
0,42 kgm	0,65; 0,45; 0,29 kgm	0,23 kgm
0,29 kgm	0,42; 0,42; 0,28 kgm	0,13 kgm
0,50 kgm	0,72; 0,49; 0,29 kgm	0,22 kgm
0,31 kgm	0,50; 0,30; 0,30 kgm	0,19 kgm
0,36 kgm	0,72; 0,78; 0,30 kgm	0,42 kgm
0,41 kgm	0,61; 0,75; 0,40 kgm	0,34 kgm
0,32 kgm	1,02; 0,92; 0,90; 0,86; 0,85; 0,75; 0,60; 0,46 kgm	0,70 kgm
0,30 kgm	1,08; 1,03; 0,90; 0,91; 0,74; 0,66; 0,43 kgm	0,78 kgm
0,28 kgm	0,71; 0,70; 0,28 kgm	0,43 kgm
0,29 kgm	0,43; 0,49; 0,22; 0,22 kgm	0,20 kgm

Mehrleistung am Ergographen zu konstatieren war; diese Mehrleistung schwankte zwischen 0,78 und 0,13 kgm, war also in keinem Falle so gross wie in den Frey'schen Versuchen, in denen Arbeitszuwachs von 2 kgm und mehr erzielt wurde.

Daher erschien es wünschenswert, mit Sicherheit festzustellen, inwieweit psychische Beeinflussung auf die Ergographenkurve von Einfluss sei. Da der grösste Teil der Versuche Selbstversuche waren, respektive mit Personen durchgeführt wurden, die den Zweck der Versuche kannten, so war eine psychische Beeinflussung recht wahrscheinlich. Folgende Beobachtung unterstützte diese Annahme: Der Dienstmann, den ich bereits zu drei früheren Versuchen am Ergographen verwendet hatte, schrieb nach längerer vorhergegangener Arbeit am Ergographen eine Kurve von 0,35 kgm auf. Jetzt gab ich ihm 15 g gefärbtes Wasser mit dem Bemerken, es sei eine Medizin, die ihn zu weiterer grösserer Arbeitsleistung befähigen werde. Darauf war die Leistung in der nächsten nach einer Minute geschriebenen Kurve 0,64 kgm, also 0,29 kgm mehr als vorher, in der darauffolgenden Kurve 0,28 kgm. Diesen Versuch wiederholte ich daraufhin an Herrn Hess und an mir selbst 18 Male, stets erhielt ich eine Mehrleistung in der dem Wassergenuss folgenden Kurve, obgleich nur 20 g Wasser gegeben wurde. Diese Mehrleistung zeigte sich jedoch nur in der unmittelbar dem Trinken folgenden Kurve und betrug nur zwischen 0,29—0,15 kgm. Es war bei diesen Versuchen darauf geachtet worden, dass die Versuchspersonen zur Zeit der Wassergabe

nicht Durstgefühl haben konnten, daher musste die Mehrleistung zunächst auf psychischen Einfluss geschoben werden.

Um diesen Einfluss ganz auszuschalten und dadurch ein klares Bild von der Wirkung des Alkohols auf den ermüdeten Muskel zu erhalten, stellte ich jetzt eine Reihe von Versuchen nach Freys Vorgange in der Weise an, dass die arbeitenden Muskeln durch Einwirkung des faradischen Stromes zur Kontraktion gebracht wurden.

Die Versuchsanordnung war folgende: Als Kraftquelle diente ein Chromelement; der faradische Strom wirkte eine Sekunde auf den Muskel ein, darauf eine Sekunde Stromunterbrechung u. s. w. Als automatischer Stromunterbrecher diente ein Sekunden schlagendes Pendelmatronom. Die eine ungefähr handtellergrosse Elektrode kam auf die Streckseite des Unterarmes, die zweite ungefähr talergrosse Elektrode genau auf den motorischen Punkt des Flexor digit. sublim. Als Gewicht wurden 2—3 kg verwendet. Im übrigen wurden die Versuche ebenso angestellt, wie die obigen, bei denen der Muskel, dem Willen folgend, kontrahierte. Zwischen den einzelnen Kurven wurden Pausen von 1—5 Minuten eingeschoben. Gewöhnlich ging der Muskelkontraktion durch den faradischen Strom eine längere Arbeit am Ergographen mit willkürlicher Muskelarbeit voraus, um die Ermüdung schneller herbeizuführen. Diese Versuche waren bis auf einen Selbstversuche.

Ihre Ergebnisse veranschaulicht folgende Tabelle:

Gewicht	Pause	Alkoholart	Letzte Leistung vor Alkoholgabe	Leistungen nach Alkoholeinnahme	Mehrleistung
2 kg	2 M.	1/4 Liter Bier	0,08 kgm	0,90 kgm, 0,42 kgm, 0,21 kgm	0,82 kgm
3 kg	3 M.	100 g 10% Alkoh. absol.	0,015 kgm	0,492 kgm, 0,60 kgm, 0,18 kgm	0,59 kgm
2 kg	3 M.	30 g Bier	0,21 kgm	1,29 kgm, 0,22 kgm	1,08 kgm
3 kg	1 M.	1/4 Liter Bier	0,03 kgm	0,30 kgm, 0,26 kgm, 0,06 kgm	0,27 kgm
3 kg	1 M.	30 g Bier	0,06 kgm	0,42 kgm, 0,06 kgm	0,36 kgm
3 kg	2 M.	50 g 10% Alkoh. absol.	0,06 kgm	0,59 kgm, 0,21 kgm, 0,05 kgm	0,53 kgm
3 kg	1 M.	100 g 10% Alkoh. absol.	0,063 kgm	0,30 kgm, 0,30 kgm, 0,06 kgm	0,24 kgm
3 kg	1 M.	50 g Bier	0,012 kgm	0,21 kgm, 0,012 kgm	0,20 kgm
3 kg	1 M.	1/4 Liter Bier	0,063 kgm	0,39 kgm, 0,066 kgm	0,27 kgm

Also auch bei faradischer Reizung des Muskels zeigte sich in jedem Versuche eine Mehrleistung nach Alkohol. Jedoch war es sehr auffallend, dass sowohl bei diesen als auch bei den mit willkürlicher Muskelkontraktion geschriebenen Kurven die Alkoholwirkung so sehr rasch, schon nach einer Minute sich zeigte. An eine Wirkung des Alkohols als Brennmaterial konnte bei der Kürze der Zeit nicht gedacht werden. Um nun festzustellen, nach welcher Zeit der Alkohol sich in der Kurve bemerkbar machte, wendete ich die folgende Versuchsanordnung an:

Nachdem der Muskel durch längere Arbeitsleistung bei Reizung durch den faradischen Strom so ermüdet war, dass die Arbeitsleistung der letzten Kurve nur noch 0,012 kg betrug, liess ich, als der Muskel auf den Reiz nicht mehr reagierte, nicht wie sonst eine Pause eintreten, sondern trank 50 g Bier, während der Strom weiter einwirkte. Schon während des Trinkens begannen Muskelkontraktionen, das Gewicht wurde gehoben, die Kontraktionen überdauerten den Trinkakt und der Effekt war eine Arbeitsleistung von 0,135 kg, also ein Plus von 0,123 kg. Dieser auffallende Befund wurde durch zahlreiche Kontrollversuche, an mir und Herrn Hess angestellt, bestätigt.

Nun gab ich bei derselben Versuchsanordnung Wasser an Stelle des Alkohols. Jetzt zeigte sich, dass im Momente des Trinkens Muskelkontraktionen auftraten, die das Gewicht hoben, jedoch nur wenige Sekunden, nur während der Dauer des Trinkens; fast momentan mit dem Unterbrechen des Trinkens hörten die Kontraktionen

auf. Die hierdurch erreichte Arbeitsleistung war demzufolge eine sehr kleine, kaum messbare, zeigte sich auf der Kurve als einzelne sehr niedrige Erhebungen. Die Werte, die bei Alkoholgaben und dieser Versuchsanordnung sich ergaben, wurden nie erreicht.

Aus diesen Versuchen glaube ich folgendes schliessen können. Bei faradischer Reizung des Muskels ist die unmittelbar an den Trinkakt sich anschliessende Arbeitsfähigkeit des Muskels nicht durch den Nährwert der Flüssigkeit, noch durch Einwirkung des Getränkes auf das Nervensystem bedingt, sondern nur durch die Ablenkung der Aufmerksamkeit der Versuchsperson von der Ergographenarbeit, die bei längerer Einwirkung des faradischen Stromes eine ziemlich schmerzhafte geworden ist. Durch den Schmerz werden Hemmungen für die Weiterarbeit geschaffen. Bei Ablenkung der Aufmerksamkeit ist der Muskel wieder befähigt, für eine ganz kurze Zeit Arbeit zu leisten.

Daher ist nicht die g a n z e Mehrleistung, die sich nach Alkoholgabe in der nach kurzer Pause folgenden Kurve zeigt, auf Rechnung einer Nerven erregenden oder gar ernährenden Wirkung des Alkohols zu setzen, wenn der Muskel mittelst des faradischen Stromes gereizt wurde. Ein — geringer — Teil der Mehrleistung wird durch die Ablenkung der Aufmerksamkeit erklärt werden müssen.

Andererseits sehe ich gerade in der Verschiedenheit der Resultate bei Wasser- und Alkoholgaben und dieser Versuchsanordnung, die den Willen ausschliesst und damit psychische Beein-

flussung in gewöhnlichem Sinne, einen Beweis dafür, dass die Mehrleistung des Muskels nach Alkoholaufnahme auf Rechnung des Alkohols zu setzen ist.

Grosse Schwierigkeiten scheint mir die Deutung der oben angeführten Versuche zu machen, in denen ich bei willkürlicher Muskelkontraktion nach Wassergabe eine allerdings geringe Mehrleistung auftreten sah, umsomehr, als andere Untersucher, soweit ich sehe, dieses Resultat nicht erhielten.

Psychische Beeinflussung im gewöhnlichen Sinne kann kaum in Betracht kommen, denn als ich an diese Versuche heranging, war ich überzeugt, Wasser würde gar keine Wirkung haben.

Möglich, wenn auch nicht erwiesen, scheint es, dass das Wasser als Stimulans auf dem Nervenwege — von den Nerven der Mundhöhle aus — wirkt. So könnte man auch die geringe Mehrleistung erklären, die sich bei faradischer Reizung der Muskeln und Wassergenuss zeigte. Auch liesse sich die Angabe Schumburgs anführen, der in einigen Versuchen nach Dulcinlösungen Mehrleistung am Ergographen sah.

Jedenfalls veranlassen mich diese bei Wassergabe gemachten Befunde zu besonderer Vorsicht in der Beurteilung darüber, ob dem Alkohol nach den Versuchen am Ergographen ernährende Eigenschaften zugesprochen werden dürfen. Dagegen halte ich es für sicher, dass die in der Ergographenkurve sichtbare Mehrleistung nach Alkohol als spezifische Wirkung des Alkohols aufzufassen ist.

Diese Schlussfolgerung glaube ich durch folgende Gründe stützen zu können:

In allen Versuchen wurde nach Alkoholgabe eine zum Teil erhebliche Mehrarbeit am Ergographen beobachtet.

Diese Mehrarbeit trat in einem Teile der Versuche nicht unmittelbar nach dem Alkoholgenusse auf, sondern oft erst in der zweiten oder dritten Kurve nachher.

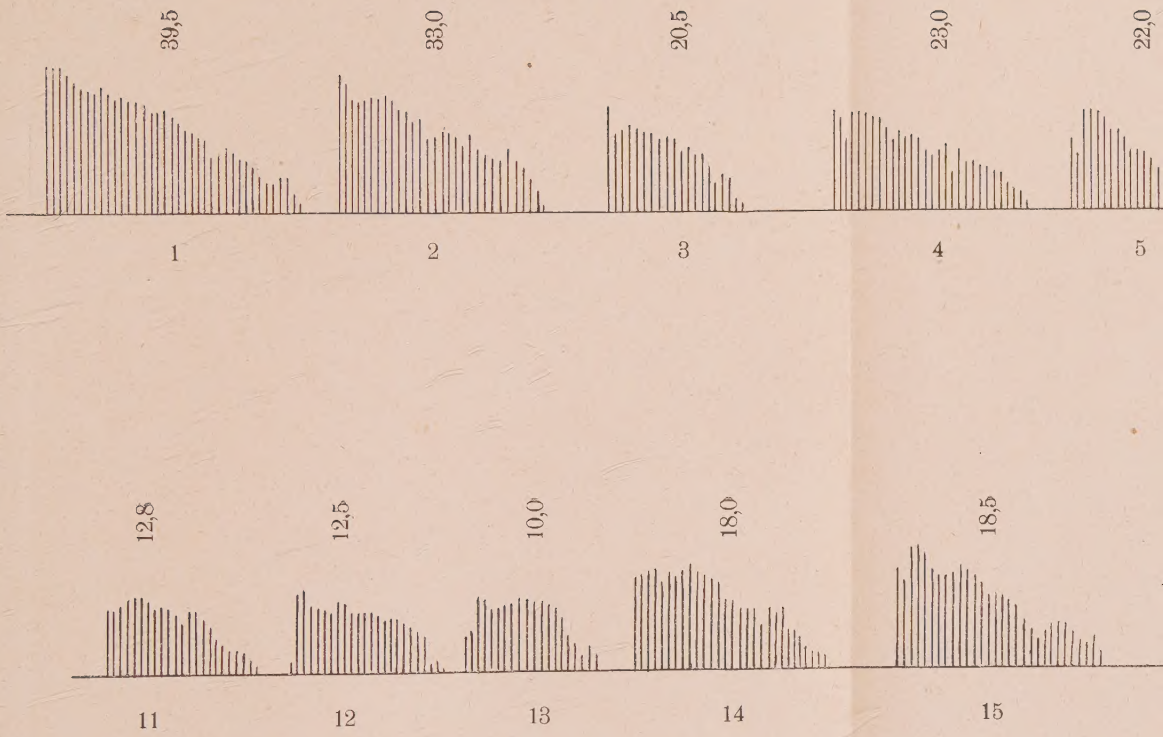
Diese Mehrarbeit zeigte sich auch bei Personen, die den Zweck der Versuche nicht kannten.

Die nach Wassergabe beobachtete Mehrarbeit erreichte nie die durch Alkoholgabe erzielten Werte.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. von Tappeiner auch an dieser Stelle für die Anregung zu dieser Arbeit und Unterstützung bei derselben vielmals zu danken. Herrn Privatdozenten Dr. Jodelbauer sage ich ebenfalls für seine Unterstützung meinen besten Dank.

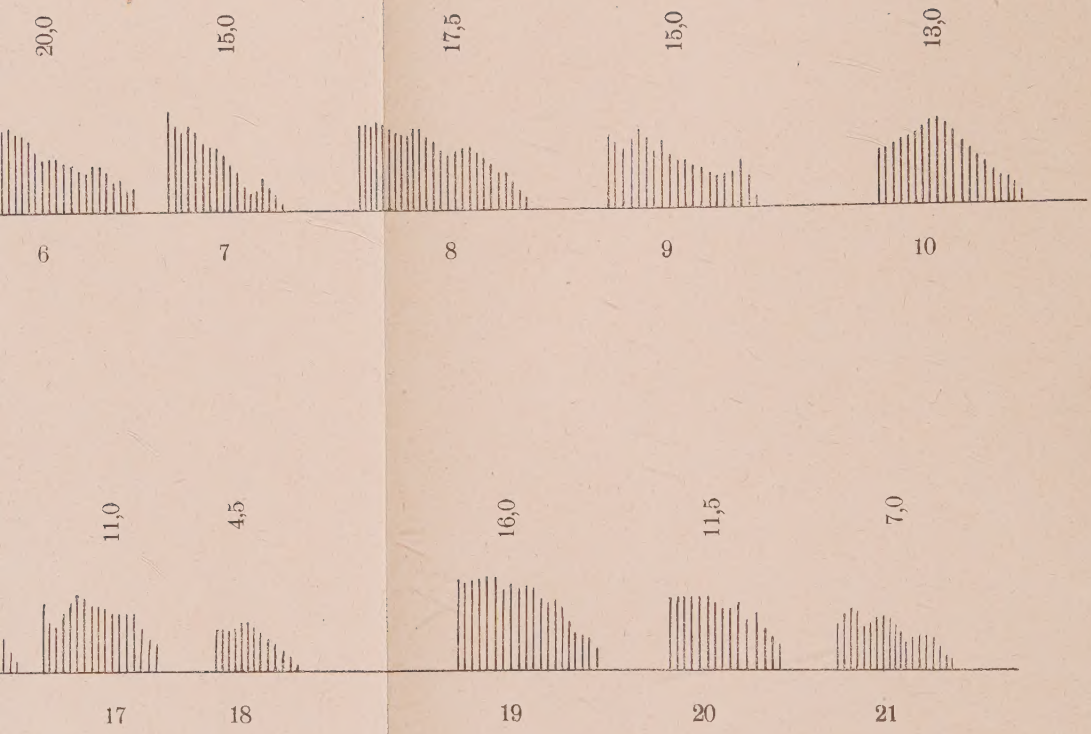
Literatur.

1. Archiv für Physiologie (Dubois-Reymond) 1890.
2. Influenza dello zucchero sul lavoro dei muscoli: Ugolino Mosso und Luigi Paoletti. Roma 1893.
3. Deutsche militärärztliche Zeitschrift, 25. Jahrgang, Berlin 1896: Schumburg: Einfluss des Zuckers auf den ermüdeten Muskel.
4. Stokvis: Brit. med. Journal, Band II 1895.
5. Harley: Brit. med. Journal, 1895.
6. Frey: Ueber den Einfluss des Alkohols auf die Muskelermüdung; Mitteilungen aus den Kliniken und mediz. Instituten der Schweiz. Reihe IV, Heft 1.
7. Destrée: Journal Médical de Bruxelles 1897. No. 44 u. 45.



Den 1./II. 99.

Silbergleit. 6 kg Rhythmus 2 Sekunden. Pausen 8 Minuten. Nach der 13. Kurve 1/4 l getrunken.



r getrunken. Nach der 18. Kurve in der Mitte der Pause 100 gr 10 % Alcoh. absol.